

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11174318
PUBLICATION DATE : 02-07-99

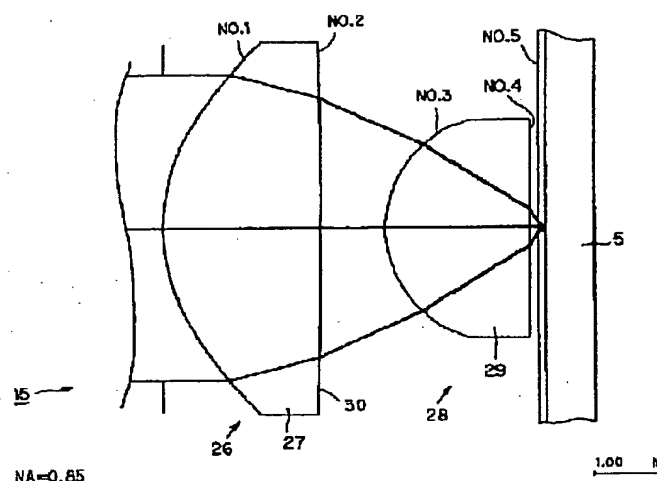
APPLICATION DATE : 15-12-97
APPLICATION NUMBER : 09345464

APPLICANT : SONY CORP;

INVENTOR : UEDA MITSUNORI;

INT.CL. : G02B 13/18 G11B 7/135

TITLE : OBJECTIVE LENS AND OPTICAL PICKUP DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To compensate and reduce chromatic aberration.

SOLUTION: This objective lens is equipped with a 1st lens group 26 disposed to be positioned on an object point side in a state where an aspherical surface is formed at least on one surface through which an optical axis passes, and a 2nd lens group 28 disposed in a state where its optical axis is aligned with that of the 1st lens group 26. Numerical aperture NA by the 1st and the 2nd lens groups 26 and 28 is set to ≥ 0.65 . Then, a hologram 30 is provided on the 2nd surface of the rear lens 27 of the 1st lens group 26 positioned nearer to the object point side than the surface, which is positioned nearest to an image point side, of the 2nd lens group 28.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

UNITED STATES PATENT OFFICE

Patented April 1, 1936

INVENTOR
H. H. HARRIS

BY
H. H. HARRIS

BY
H. H. HARRIS

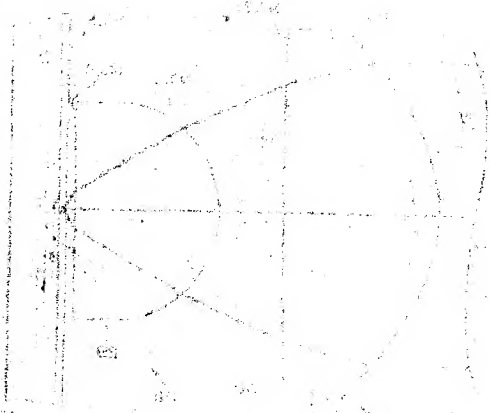
BY
H. H. HARRIS

BY
H. H. HARRIS

BY
H. H. HARRIS

BY
H. H. HARRIS

BY
H. H. HARRIS



My invention relates to a device for measuring the flow of a fluid through a pipe or duct. The device is adapted to be installed in a pipe and to measure the flow of fluid passing through it. The device is adapted to be installed in a pipe and to measure the flow of fluid passing through it. The device is adapted to be installed in a pipe and to measure the flow of fluid passing through it.

UNITED STATES PATENT OFFICE

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-174318

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 13/18

G 1 1 B 7/135

識別記号

F I

G 0 2 B 13/18

G 1 1 B 7/135

Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-345464

(22) 出願日 平成9年(1997)12月15日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 植田 充紀

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

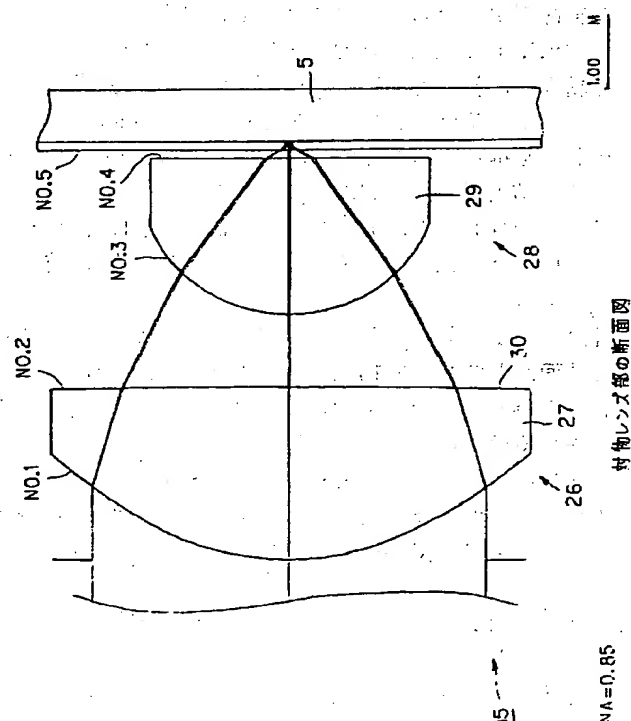
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 対物レンズ及び光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 色収差を補正して低減を図る。

【解決手段】 光軸が通過する少なくとも1つの面に非球面が形成されて物点側に位置して配設される第1のレンズ群26と、この第1のレンズ群26と光軸を一致させて配設される第2のレンズ群28とを備える。第1及び第2のレンズ群26、28による開口数NAは、0.65以上とされる。そして、第2のレンズ群28の最像点側に位置する面より物点側に位置する第1のレンズ群26の後玉レンズ27には、第2面にホログラム30が設けられた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光軸が通過する少なくとも1つの面に非球面が形成され、物点側に位置して配設される第1のレンズ群と、

上記第1のレンズ群と光軸を一致させて配設される第2のレンズ群とを備え、

上記第1及び第2のレンズ群による開口数NAは、0.65以上とされるときともに、

上記第2のレンズ群の最像点側に位置する面より物点側に位置する少なくとも1つの面には、入射光を回折する光学素子が設けられたことを特徴とする対物レンズ。

【請求項2】 上記光学素子の焦点距離は、光学系全体の焦点距離の7〜39倍であることを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項3】 上記第1のレンズ群は、樹脂材料によって形成された単玉のレンズのみを有することを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項4】 上記第1のレンズ群のレンズは、光軸が通過する両面がそれぞれ非球面とされ、一方の面に、入射光を回折するホログラムを有することを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項5】 上記第2のレンズ群は、半球状の単玉のレンズのみを有し、このレンズの像点側が平面とされたことを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項6】 上記第2のレンズ群は、単一の両凸レンズのみを有し、像点側の曲率半径が物点側の曲率半径より大とされたことを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項7】 上記第1のレンズ群は、複数のレンズを有し、これら複数のレンズのいずれかのレンズが、色収差を補正するためのホログラムを有することを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項8】 上記第2のレンズ群は、光軸が互いに一致する第1及び第2のレンズを有し、物点側のレンズが色収差を補正するためのホログラムを有することを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項9】 上記第2のレンズ群は、最像点側が平面又は球面とされたことを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項10】 光軸が通過する少なくとも1つの面に非球面が形成されて物点側に位置して配設される第1のレンズ群と、上記第1のレンズ群と光軸を一致させて配設される第2のレンズ群とを有する対物レンズ部と、

上記対物レンズ部を保持するレンズ保持体と、

上記レンズ保持体を光軸と平行な第1の方向及び光軸に直交する第2の方向にそれぞれ駆動する駆動手段とを備え、

上記第1及び第2のレンズ群による開口数NAは、0.65以上とされるときともに、

上記第2のレンズ群の最像点側に位置する面より物点側

に位置する少なくとも1つの面には、入射光を回折する光学素子が設けられたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項11】 信号記録面を保護する信号読み取り面側の光透過層の厚みが0.6mm以下とされた光記録媒体に対して情報信号の記録及び／又は再生を行うことを特徴とする請求項10に記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば光ディスク、光磁気ディスクや光メモリーカード等の光記録媒体に対して情報信号の記録及び／又は再生を行うための対物レンズ及び光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば光ディスクから情報信号を再生する光ピックアップ装置が知られている。この種の光ピックアップ装置は、光ディスクの信号記録面にレーザ光を合焦させる対物レンズを備えている。

【0003】近年、高度情報化が進む中で光ディスクの情報信号の高容量化に対する要望がある。光ディスクの高面密度化を達成するためには、レーザ光のスポット径を微小化することが必要とされる。そして、スポット径を微小化するためには、レーザ光を短波長化するとともに、対物レンズの開口数NAを大きくする必要がある。

【0004】単玉非球面の対物レンズは、開口数NAを0.6以上に大きくした場合、曲率が大きくなることによって金型の加工が困難であるため、所定の非球面形状に形成することが困難であった。したがって、曲率を緩和するために、レンズの材料としては、高屈折率の材料を用いる必要があった。しかしながら、高屈折率の材料を用いて形成した場合であっても、単玉の対物レンズは、開口数NAが0.7程度が限界とされている。

【0005】そこで、レンズのパワーを分散し、曲率を緩和しつつ高NA化を図るように、光軸を互いに一致させて設けられた2枚のレンズ、或いは2つのレンズ群を有する対物レンズ部が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、光ピックアップ装置が光ディスクを再生した際、再生信号にはノイズが含まれている。光ディスクの再生信号のノイズの要因として、ディスクの信号読み取り面側の光透過層の厚みのバラツキが考えられる。例えば波長が650nm、対物レンズ部の開口率NAが0.85の光学系においては、光ディスクの光透過層の厚みが5μm変化することにより、波面収差（球面収差）が0.032λ rms 発生してしまう。したがって、光ディスクの光透過層の厚みのバラツキによって発生する収差を許容範囲内に抑えるためには、開口率NAが大きくなるに従って光ディスクの寸法精度を高める必要が生じてしまう。

【0007】しかしながら、光ディスクの寸法精度を高

めることによって、光ディスクの製造工程の製造コストを上昇させてしまうおそれがある。このため、光ディスクの製造コストの上昇を避けるため、光ピックアップ装置に収差補正手段を設ける必要がある。

【0008】光ピックアップ装置は、対物レンズが単玉非球面レンズとされる場合、光ディスクの光透過層の厚みのバラツキに伴う収差を補正することは困難とされている。したがって、光ピックアップ装置は、対物レンズとして2群以上のレンズ群を有する対物レンズ部を備える構成として、この対物レンズ部の一部の屈折率や距離等の特性を変化させることによって収差を補正する収差補正手段を備える必要がある。

【0009】また、光ディスクの再生信号のノイズの他の要因としては、光源から出射されたレーザ光の出力変動に伴うモードホップが挙げられる。レーザ光の波長が変動することによって、焦点位置が変位するため、フォーカシングエラーが生じてしまう。特に情報信号の記録時にベリファイを行うシステムや光磁気システムにおいては、再生と記録の切替を頻繁に行うためにモードホップが発生しやすい。焦点深度は、波長に比例するとともに開口数NAの2乗に反比例するため、短波長化及び高NA化に伴って小さくなる。これに伴ってデフォーカスの許容値も小さくなり、フォーカシングサーボの精度を高めなくてはならない。

【0010】半導体レーザの波長は、温度依存性があるため、温度が高くなるに従って波長が長波長側にシフトする。実際の使用温度として、20℃～60℃の範囲内で、半導体レーザの波長は±5nm程度変化する。この波長変動に対して、アッペ数が60程度のレンズにおいては、焦点位置の変位量が数μmに及ぶという問題点がある。短い焦点距離と大きな焦点位置の変位量の問題は、色収差を補正しない限り深刻な問題となる。

【0011】また、半導体レーザから出射されたレーザ光が、半導体レーザの波長のFWHMにして1nmの広がりを持つとすると、例えばアッペ数が80程度の低分散ガラス製のレンズを用いた場合でも0.007～0.01λrms程度の球面収差が発生する。温度変化により生じるレーザ光の波長のシフトは、焦点位置のシフトと色収差を発生するが、これらは所定の精度又は速度であれば、収差補正手段やフォーカシングサーボによってキャンセルすることもできる。しかしながら、半導体レーザから出射されたレーザ光の波長の広がりによって発生する色収差は、色消しレンズ系を用いなければ補正することができない。

【0012】従来の屈折型レンズによって色消しを行う場合は、ガラスや光学用プラスチック材料のアッペ数が20～70程度の間に分布しているため、正のパワーを有するレンズであれば、クラウンの凸レンズとプリントの凹レンズを用いて色収差を補正している。しかし、レンズの材料を2種類必要とするため、製造コストが高く

なるという不都合があった。

【0013】また、光学用プラスチック材料によって形成されたレンズは、吸湿性を有するため、吸湿及び排湿の過程で時定数が長く、比較的大きな球面収差を発生するという問題もあった。

【0014】そこで、本発明は、色収差を補正することができる対物レンズ、及びこの対物レンズを備える光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を達成するための手段】上述した目的を達成するため、本発明に係る対物レンズは、第1及び第2のレンズ群による開口数NAは、0.65以上とされ、第2のレンズ群の最像点側に位置する面より物点側に位置する少なくとも1つの面に、入射光を回折する光学素子が設けられる。

【0016】また、本発明に係る光ピックアップ装置は、第1及び第2のレンズ群による開口数NAは、0.65以上とされ、第2のレンズ群の最像点側に位置する面より物点側に位置する少なくとも1つの面に、入射光を回折する光学素子が設けられる。

【0017】以上のように構成した高開口数の対物レンズにおいて、問題となる色収差の色消し条件は、一般に次の式のように導かれる。焦点距離 f_1 、 f_2 の2枚の薄肉レンズを光軸方向に間隔 t で配置すれば、合成レンズの焦点距離 f は、(1)式によって与えられる。

【0018】

【数1】

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{t}{f_1 f_2} \quad \text{----- (1)}$$

【0019】この(1)式の全微分をとり、(2)式が得られる。

【0020】

【数2】

$$\frac{df}{f^2} = \frac{df_1}{f_1^2} + \frac{df_2}{f_2^2} - \frac{t}{f_1 f_2} \left(\frac{df_1}{f_1} + \frac{df_2}{f_2} \right) \quad \text{----- (2)}$$

【0021】また、薄肉レンズの焦点距離は、各薄肉レンズの曲率半径を r_1 、 r_2 とすれば、(3)式が得られる。

【0022】

【数3】

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) + \frac{t}{n f_1 f_2} \frac{(n-1)^2}{n} \quad \text{----- (3)}$$

【0023】(3)式において、右辺第2項の t は、レンズの厚みであり、この厚み t を無視すると、 $f(n-1)$ の値は、波長に依存しなくなる。(3)式を全微分すると、(4)式が得られる。

【0024】

【数4】

$$\frac{df}{f} = - \frac{dn}{(n-1)} \quad \text{----- (4)}$$

【0025】アッペ数は、(5)式となる。

【0026】

【数5】

$$\nu_d = \frac{n_D - 1}{n_r - n_c} = \frac{n - 1}{\Delta n} = \frac{n - 1}{dn} \quad \text{----- (5)}$$

【0027】(4)式及び(5)式より、(6)式が得られる。

【0028】

【数6】

$$df = -\frac{f}{\nu_d} \quad \text{----- (6)}$$

【0029】(2)式及び(6)式より薄肉レンズの色消し条件が求められる。 $t=0$ とすれば、 $\nu_2/\nu_1 = -f_1/f_2$ であるので、(7)式が得られる。

【0030】

【数7】

$$f_1 = f \left(1 - \frac{\nu_2}{\nu_1} \right) \quad f_2 = f \left(1 - \frac{\nu_1}{\nu_2} \right) \quad \text{----- (7)}$$

【0031】この(7)式が薄肉レンズの色消し条件である。すなわち、クラウンガラスの凸レンズとフリントガラスの凹レンズを密着して作る色消し貼り合わせレンズ等の条件となる。

【0032】2枚の薄肉レンズが所定の距離を隔てて設けられる場合の色消し条件は、同様に(2)式及び(6)式より、(8)式が色消し条件として求められる。

【0033】

【数8】

$$t_c = \frac{\nu_1 f_1 + \nu_2 f_2}{\nu_1 + \nu_2} \quad \text{----- (8)}$$

【0034】(8)式より明らかなように、同一材料を用いて形成しても、 $t=0.5(f_1+f_2)$ の条件を満たせば色消しを実現することができる。この条件を満たすことにより、先玉レンズと後玉レンズとの間隔が大きくなるため、対物レンズ部の光軸方向の大きさは大きくなる。

【0035】また、この条件を(1)式に当てはめると

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} - \frac{t}{f_2 f_3} - \frac{t}{f_1 f_3}$$

【0043】この(10)式を全微分すると、(11)式となる。

$$\frac{df}{f^2} = \frac{df_1}{f_1^2} + \frac{df_2}{f_2^2} + \frac{df_3}{f_3^2} - \frac{t}{f_2 f_3} \left(\frac{df_2}{f_2} + \frac{df_3}{f_3} \right) - \frac{t}{f_1 f_3} \left(\frac{df_1}{f_1} + \frac{df_3}{f_3} \right) \quad \text{----- (11)}$$

【0045】この(11)式を(6)式を用いて変形する。なお、便宜上簡素化を図り、第1のレンズ群と第3のレンズ群のアッペ数を等しく ν_r であるとすれば、

$$-\frac{df}{f^2} = \frac{1}{f_1 \nu_r} + \frac{1}{f_2 \nu_2} + \frac{1}{f_3 \nu_r} - \frac{t}{f_2 f_3} \left(\frac{1}{\nu_2} + \frac{1}{\nu_r} \right) - \frac{t}{f_1 f_3} \left(\frac{1}{\nu_1} + \frac{1}{\nu_r} \right) \quad \text{----- (12)}$$

【0047】色収差を抑えるためには、(12)式の左

$f_{t=t_c} = 2f_{t=0}$ となり、 $t=0$ の場合と比較して焦点距離が2倍になってしまうため、開口数NAを大きくすることが困難である。したがって、(1)式は、2群の距離を広げることにより、焦点距離は長い方向に移動することも表している。

【0036】(6)式を用いることにより、薄肉単玉レンズのC線(656.2725nm)からF線(589.2938nm)までの軸上色収差の概算を求めることができる。例えば開口数NAが0.85、入射瞳径が4.0mm、波長が650nmの光学系において、焦点距離 f は2.353mmとなる。例えばアッペ数が36.3の材料を用いると、赤から青までの波長において65 μ mの焦点ずれが発生する。これは、10nm当たり約4 μ mの焦点ずれに相当する。これに対して焦点深度 Z_0 は、(9)式で与えられる。

【0037】

【数9】

$$|Z_0| \leq \frac{\lambda}{2(NA)^2} \quad \text{----- (9)}$$

【0038】上述した焦点深度 Z_0 は、最良像面の前後に対して対象であり、この焦点深度 Z_0 の2倍である $2Z_0$ (以下、D.O.F.(Depth of Focus)と称する。)が求める値となる。

【0039】上述した光学系におけるD.O.F.を算出すると、0.9 μ mとなり、これは波長変動による焦点移動量の20%に相当する。以上、単玉レンズの場合の軸上色収差を説明したが、2群レンズの場合も同様となる。

【0040】つぎに、3群の薄肉レンズの場合を説明する。物点側から順に第1のレンズ群、第2のレンズ群、第3のレンズ群として、第1のレンズ群と第2のレンズ群との間隔を0、第2のレンズ群と第3のレンズ群との間隔を t とする。

【0041】光学系全体の焦点距離 f は、(10)式と表すことができる。

【0042】

【数10】

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} - \frac{t}{f_2 f_3} - \frac{t}{f_1 f_3} \quad \text{----- (10)}$$

【0044】

【数11】

(12)式が得られる。

【0046】

【数12】

辺を0と置けばよく、(13)式が得られる。

【0048】

$$\frac{\nu_r}{\nu_2} \left(\frac{t}{f_2} - 1 \right) = \frac{t}{f_3} \left(1 + \frac{2f_2}{f_1} \right) + f_2 \left(\frac{1}{f_3} + \frac{1}{f_1} \right) \quad \text{----- (13)}$$

【0049】ここで、3群レンズの構成を第1のレンズ群が後玉レンズ、第2のレンズ群が回折レンズ、第3のレンズ群が先玉レンズとする。回折レンズのアッペ数を ν_2 とすれば、回折レンズのアッペ数は、(14)式で

$$\nu_2 = \nu_{DOE} = 3.452 \times$$

【0051】まず、 $t=0$ とすれば、(13)式は、(15)式に変形される。

$$-\frac{\nu_r}{\nu_{DOE}} = f_2 \left(\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_3} \right) = \frac{f_2}{f} - 1$$

【0053】すなわち、光学系の焦点距離 f とレンズの材料のアッペ数と回折レンズの焦点距離の関係式が得られる。

【0054】レンズを形成する光学用プラスチック材料としては、例えばポリメチルメタクリレート(PMMA)、スチレンアクリロニトリル(SAN)、ポリカーボネイト(PC)、熱硬化性プラスチック、ポリスチレン(PS)等が挙げられる。これらの中で、PS、PCは、複屈折が大きい、高精度を要求されるレンズに不適である。一般的なプラスチック材料のアッペ数は、31~58の範囲内である。色消しするためには、回折レンズの焦点距離を光学系全体の焦点距離の10~18倍にすればよい。光学ガラス材料の場合は、より自由にアッペ数を選択することが可能であるが、回折レンズを

$$7.1 \leq \frac{f_2}{f} \leq 20$$

【0057】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施形態について、光ピックアップ装置を図面を参照して説明する。なお、光ピックアップ装置1は、直径を120mmとなし、ディスク基板の厚みを0.1mmとなす光ディスクと、ディスク補強板とを貼り合わせて全体の厚みを1.2mmとされた高記録密度ディスク5(以下、光ディスク5と称する。)の記録及び/又は再生に用いられる。すなわち、光ディスク5には、信号記録面である反射面が、一方の信号読み取り面の表面から厚み方向の内方に0.1mmの位置に形成されている。

【0058】光ピックアップ装置1が備える光学系10は、図示しないが、光路上の順に、670nm以下の短波長のレーザ光を出射する光源と、この光源から出射されたレーザ光を平行光にするコリメータレンズと、レーザ光を回折して3ビームに分光する回折格子とを備えている。光源は、波長が670nm以下の例えば650nm程度のレーザ光を出射する半導体レーザを有している。

【0059】また、この光学系10は、図1に示すように、光源から出射されたレーザ光を透過させるとともに光ディスク5からの反射レーザ光を反射させる偏光ビー

【数13】

与えられる。

【0050】

【数14】

----- (14)

【0052】

【数15】

----- (15)

組み合わせない場合には、アッペ数が70以上の材料を使用しないと(6)式で与えられる焦点深度が、 $\pm 5 \text{ nm}$ のレーザ光の波長変動により発生する焦点ずれの45%以下になってしまう。

【0055】そこで、アッペ数が70以下の材料を使用する場合は、回折レンズを用いて色消しを積極的に行う必要がない。したがって、アッペ数70以下の材料によって形成されたレンズは、回折レンズを用いて色消しを行う必要がある。レンズを形成する材料の最小アッペ数は、21程度であるため、(15)式の条件より、回折レンズの焦点距離と光学系全体の焦点距離の間には、(16)式が成立する必要がある。

【0056】

【数16】

----- (16)

ムスプリッタ13と、直線偏光を円偏光にする1/4波長板14と、この1/4波長板14を通過したレーザ光を光ディスク5の信号記録面上に合焦させる2群対物レンズ部15とを備えている。

【0060】また、この光学系10は、図1に示すように、偏光ビームスプリッタ13に反射された光ディスク5からの反射レーザ光を集光する集光レンズ16及びマルチレンズ17と、光ディスク5の信号記録面からの反射レーザ光を受光するフォトディテクタ18とを備えている。

【0061】そして、光ピックアップ装置1は、図1に示すように、2群対物レンズ部15が設けられるボビン20と、このボビン20を図1中矢印 a_1 方向及び矢印 a_2 方向と、図1中に示す矢印 b_1 方向及び矢印 b_2 方向との互いに直交する2軸方向に移動する電磁駆動機構21を備えている。

【0062】ボビン20は、図示しないが、2群対物レンズ部15の光軸方向と平行に設けられた支軸に、この支軸の軸方向に摺動可能であるとともに支軸の軸回り方向に回転可能に支持されている。

【0063】そして、このボビン20は、電磁駆動機構21によって駆動変位されることによって支軸の軸方向

に摺動され、さらに支軸の軸回り方向に摺動変位される。すなわち、ボビン20が支軸の軸方向に摺動変位されることによって、2群対物レンズ部15はその光軸と平行な第1の方向である図1中矢印 a_1 方向及び矢印 a_2 方向に駆動変位されて光ディスク5に対するフォーカシング制御が行われ、ボビン20が支軸の軸回り方向に回動変位されることによって、2群対物レンズ部15がその光軸と直交する第2の方向である図1中矢印 b_1 方向及び矢印 b_2 方向に駆動変位されて光ディスク5に対するトラッキング制御が行われる。

【0064】ボビン20を駆動変位させる電磁駆動機構21は、図1に示すように、ボビン20上に配設されるフォーカシング用コイル22及びトラッキング用コイル23と、これらフォーカシング用コイル22及びトラッキング用コイル23に対向して配設されるフォーカシング用マグネット24及びトラッキング用マグネット25とを備えて構成されている。

【0065】この電磁駆動機構21は、フォーカシング用コイル22にフォーカシングエラー信号が供給されることにより、ボビン20を支軸の軸方向に駆動変位させ、トラッキング用コイル23にトラッキングエラー信号が供給されることにより、ボビン20を支軸の軸回り方向に回動変位させる。なお、光ピックアップ装置1において、フォーカシングエラー検出方法としては、いわゆる非点収差法（アスティグマ法）が用いられ、トラッキングエラー検出方法としては、いわゆる3スポット（3ビーム）法が用いられている。この非点収差法は、光ディスク5からの反射レーザ光を例えばシリンダ形レンズを介して検出領域が4分割されたフォトディテクタによって検出し、各検出領域から得られる検出出力の和及び／又は差を求めることによって、レーザ光の信号記録面に対する合焦ずれ成分であるフォーカシングエラー信号を得るようにしたものである。また、3スポット法は、光源から出射される1本のレーザ光を回折格子等を用いて、1本の主レーザ光と2本の副レーザ光に分割し、記録トラックの中心に照射される主レーザ光の前後に2本の副レーザ光を照射する。主レーザ光の前後に照射された副レーザ光の反射レーザ光を、2つのフォトディテクタにより検出し、各フォトディテクタから得られる検出出力の差を求めることによって、主レーザ光の記録トラックに対するずれ成分であるトラッキングエラー信号を得るようにしたものである。

【0066】また、図示しないが、光ピックアップ装置

$$X = \frac{Y^2/R}{1 + \{1 - (1+K)(Y/R)^2\}^{1/2}} + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} \dots (17)$$

【0073】但し、X：光軸からの高さがYの非球面上の点の非球面頂点の接平面からの距離、Y：光軸からの高さ、R：曲率半径、k：円錐定数、A、B、C、D：4次、6次、8次、10次の非球面係数

1は、光ディスク5と仕様が異なる他の光学ディスクを再生する場合等の必要に応じて、ボビン20上に、他の光学ディスクに対応する他の光学系が備える対物レンズを配設する構成としてもよい。

【0067】そして、本発明の要部である2群対物レンズ部15は、図1及び図2に示すように、物点側に位置して配設されて第1のレンズ群26を構成する第1のレンズ27（以下、後玉レンズ27と称する。）と、この後玉レンズ27と光軸を一致させて配設される第2のレンズ群28を構成する第2のレンズ29（以下、先玉レンズ29と称する。）とを備えている。

【0068】また、2群対物レンズ部15は、図示しないが、後玉レンズ27を保持する後玉レンズホルダと、先玉レンズ29を保持する先玉レンズホルダとを備えている。また、図示しないが、この2群対物レンズ部15は、球面収差を補正するため、後玉レンズ27に対して先玉レンズ29を光軸方向に移動する電磁駆動手段を備えている。

【0069】2群対物レンズ部15の後玉レンズ27は、例えばポリメチルメタクリレート（PMMA）によって形成されており、これら先玉レンズ29及び後玉レンズ27とによる開口数NAは、0.65以上とされており、例えば0.85に設定されている。なお、先玉レンズ29及び後玉レンズ27を形成する光学用プラスチック材料としては、例えばポリメチルメタクリレート（PMMA）の他、スチレンアクリロニトリル（SAN）、ポリカーボネイト（PC）、熱硬化性プラスチック、ポリスチレン（PS）等が挙げられる。

【0070】図2に示すように、2群対物レンズ部15の物点側から順に面番号をそれぞれ付す。後玉レンズ27の第2面には、図2に示すように、色収差を補正するために入射光を回折するホログラム30が設けられている。後玉レンズ27及び先玉レンズ29の構成は、アクリル樹脂〔非球面－球面＋回折面〕－クラウンガラス〔球面－平面〕とされている。なお、光ディスク5の光透過層の厚みは、0.1mm、2群対物レンズ部15の作動距離（ワーキングディスタンス）は、0.1mmとされている。

【0071】なお、2群対物レンズ部15の後玉レンズ27及び先玉レンズ29の非球面形状は、次の非球面式により定義される。

【0072】

【数17】

また、ホログラム30は、位相型として、効率の点からブレード角度を有するものが望ましい。一般的なホログラムと同様に、製造時に2つの点光源が無限遠方にあるとしたときの各面での位相ずれを基板上の極座標多項

式によって表す。

【0074】回折基準波長における光路差（以下、OPDと称する。）は、(18)式によって与えられる。但

$$OPD = C1R^2 + C2R^4 + C3R^6 + C4R^8 + \dots \quad (18)$$

【0076】なお、実際のレンズ形状は、回折を生じさせるためにブレード角度を有する形状或いはステップ状に変化させる。

【0077】以上のように構成された光ピックアップ装置1の2群対物レンズ部15について、光源から出射されるレーザ光の波長が660nm、650nm、640nmとされた場合における波面収差（球面収差）のアイソメトリックプロットを図面を参照して説明する。

【0078】図3及び図4に示すように、2群対物レンズ部15は、レーザ光の波長が660nmの場合、波長が650nmにおける焦点位置からのずれが6nmであった。また図4及び図5に示すように、2群対物レンズ部15は、レーザ光の波長が640nmの場合、波長が650nmにおける焦点位置からのずれが5nmであった。

【0079】したがって、2群対物レンズ部15は、図3、図4及び図5に示すように、レーザ光の波長が変化した場合であっても焦点位置が大きく変位しないため、デフォーカスが生じていない。また、2群対物レンズ部15は、D、O、Fが900nmであるため、色収差が十分に小さな値に補正されている。

【0080】上述したように、光ピックアップ装置1の2群対物レンズ部15は、後玉レンズ27の第2面にホログラム30が設けられたことによって、色収差を補正することができる。

【0081】また、2群対物レンズ部15は、後玉レンズ27を光学用プラスチック材料等の樹脂材料によって形成することが可能とされる。したがって、2群対物レンズ部15は、比較的安価な樹脂材料によって後玉レンズ27が形成されることにより、製造コストを低減するとともに、軽量化を図ることができる。

【0082】また、本発明に係る他の2群対物レンズ部115について図6を参照して説明する。図6に示すように、この2群対物レンズ部115は、物点側に位置して配設されて第1のレンズ群126を構成する後玉レンズ127と、この後玉レンズ127と光軸を一致させて配設される第2のレンズ群128を構成する先玉レンズ129とを備えている。

し、単位：m

【0075】

【数18】

【0083】図6に示すように、2群対物レンズ部115の物点側から順に面番号をそれぞれ付す。先玉レンズ129の第3面には、図6に示すように、色収差を補正するために、入射光を回折するホログラム130が設けられている。後玉レンズ127及び先玉レンズ129の構成は、[非球面-非球面]-[球面+回折面-球面]とされている。なお、光ディスク6の光透過層の厚みは、0.6mm、2群対物レンズ部115の作動距離（ワーキングディスタンス）は、0.75mmとされている。

【0084】なお、入射光を回折するホログラムや回折レンズ等の光学素子は、2群対物レンズ部の最像点側に位置する面より物点側に位置する面であればいずれの位置に設けられてもよい。また、本発明に係る光ピックアップ装置の2群対物レンズ部は、入射光の位相を変化させて回折するホログラム等の光学素子を有する構成としてもよい。

【0085】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例及び比較例について、図面及び表を参照して説明する。

【0086】実施例1

図2に示すように、2群対物レンズ部15の物点側から順に面番号を付す。

【0087】本発明に係る2群対物レンズ部15の設計例を以下に示す。開口数NA：0.85、回折基準波長：650nm、設計波長：650±15nm、焦点距離：2.34mm

【0088】

【表1】

面番号	曲率半径	面間隔
第1面	2.518	2.000
第2面	-86.98031	0.844655
第3面	1.50999	1.806953
第4面	∞	0.1
第5面	∞	0.1
像面	∞	

【0089】

【表2】

面番号	K (C1)	A (C2)	B (C3)	C (C4)	D (C5)
1面非球面	-0.51284	-7.963e-4	-4.0234e-3	6.7370e-4	-1.5761e-4
2面回折面	-9.2237e-3	1.2390e-3	-3.021e-4	2.4692e-5	0

【0090】実施例2

また、本発明に係る他の2群対物レンズ部115の設計例を以下に示す。開口数NA：0.66、回折基準波

長：650nm、設計波長：650±15nm、焦点距離：2.52mm

【0091】

【表3】

面番号	曲率半径	面間隔
第1面	2.77063	2.000
第2面	-20.92245	0.917651
第3面	1.45649	1.898680
第4面	∞	0.1
第5面	∞	0.1
像面	∞	

【0092】

【表4】

面番号	K (C1)	A (C2)	B (C3)	C (C4)	D (C5)
1面非球面	-0.550273	-0.92199e-3	-0.22078e-3	0.24306e-4	-0.86265e-5

【0093】また、この2群対物レンズ部115の焦点位置の波長依存性を以下に示す。

【0094】

【表5】

面番号	曲率半径	面間隔
第1面	3.8194	1.800
第2面	-12.16235	0.392129
第3面	2.40936	1.4
第4面	-4.5513	1.75
第5面	∞	0.6
像面	∞	

【0095】比較例1

つぎに、比較例である2群対物レンズ部215の設計例を以下に示す。開口数NA：0.79、回折基準波長：

650nm、設計波長：650±15nm、焦点距離：2.34mm

2群対物レンズ部215は、図7に示すように、物点側に位置して配設されて第1のレンズ群226を構成する後玉レンズ227と、この後玉レンズ227と光軸を一致させて配設される第2のレンズ群228を構成する先玉レンズ229とを備えている。

【0096】また図7に示すように、比較例の2群対物レンズ部215の物点側から像点側に向かって順に面番号をそれぞれ付して、この2群対物レンズ部215の設計例を以下に示す。

【0097】

【表6】

面番号	K (C1)	A (C2)	B (C3)	C (C4)	D (C5)
1面非球面	-1.274885	-0.32773e-2	-87116e-3	-0.16593e-3	0.7715e-4
2面非球面	0.052474	0.2700e-2	-0.21186e-3	-0.19256e-3	0.2643e-3
3面回折面	-6.586e-3	-8.0625e-4	1.1848e-4	1.3509e-5	0

【0098】

【表7】

波長	660nm	650nm	640nm
焦点シフト (nm)	69	10.2	91
波面収差 (デフォーカス)	0.009	0.008	0.010

【0099】以上のように構成された2群対物レンズ部215について、光源から出射されるレーザー光の波長が660nm、650nm、640nmとされた場合における波面収差のアイソメトリックプロットを図面を参照して説明する。

【0100】図8、図9及び図10に示すように、この2群対物レンズ部215は、波長が変化することによってデフォーカスが発生する。図8及び図9に示すように、2群対物レンズ部215は、レーザー光の波長が660nmの場合、波長が650nmにおける焦点位置からのずれが+790nmであった。また、図9及び図10に示すように、2群対物レンズ部215は、レーザー光の波長が660nmの場合、波長が650nmにおける焦点位置からのずれが-750nmであった。すなわち、2群対物レンズ部215は、レーザー光の波長が±10nm変動することによって、焦点位置が、焦点深度の1.7倍も変位している。

【0101】比較例2

また、他の比較例である2群対物レンズ部315の設計

例を以下に示す。開口数NA：0.65、回折基準波長：650nm、設計波長：650±15nm、焦点距離：2.52mm

2群対物レンズ部315は、図11に示すように、物点側に位置して配設されて第1のレンズ群326を構成する後玉レンズ327と、この後玉レンズ327と光軸を一致させて配設される第2のレンズ群328を構成する先玉レンズ329とを備えている。

【0102】また図11に示すように、他の比較例の2群対物レンズ部315の物点側から像点側に向かって順に面番号をそれぞれ付して、この2群対物レンズ部315の設計例を以下に示す。

【0103】

【表8】

面番号	曲率半径	面間隔
第1面	4.2228	1.800
第2面	-10.4564	0.500
第3面	2.1426	1.4
第4面	-5.2511	0.75
第5面	∞	0.6
像面	∞	

【0104】

【表9】

面番号	K (C1)	A (C2)	B (C3)	C (C4)	D (C5)
1面非球面	-0.990805	-2.8434e-2	-84209e-3	-1.5656e-3	0.8229e-4
2面非球面	-6.7309	0.3069e-2	-4.8813e-3	-2.3728e-3	0.27574e-3

【0105】また、この2群対物レンズ部315の焦点位置の波長依存性を以下に示す。

【0106】

【表10】

波長	660nm	650nm	640nm
焦点シフト (nm)	+885	+28	-871
波面収差 (デフォーカス)	0.095	0.005	0.089

【0107】表10に示すように、2群対物レンズ部315は、上述した2群対物レンズ部215と同様に非常に大きな焦点位置の変位が発生している。

【0108】したがって、上述した実施例1及び実施例2の2群対物レンズ部15、115によれば、色収差を補正することが可能とされる。

【0109】

【発明の効果】上述したように本発明に係る対物レンズによれば、入射光を回折する光学素子を備えることによって、色収差を補正することができる。

【0110】また、本発明に係る光ピックアップ装置によれば、対物レンズ部が入射光を回折する光学素子を備えることによって、色収差を補正することができる。したがって、この光ピックアップ装置によれば、光記録媒体に対する情報信号の記録及び／又は再生動作の信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光ピックアップ装置の光学系を示す模式図である。

【図2】上記光ピックアップ装置の対物レンズ部を示す断面図である。

【図3】上記対物レンズ部において波長が660nmの

ときの波面収差を示す模式図である。

【図4】上記対物レンズ部において波長が650nmのときの波面収差を示す模式図である。

【図5】上記対物レンズ部において波長が640nmのときの波面収差を示す模式図である。

【図6】他の対物レンズ部を示す断面図である。

【図7】比較例である光ピックアップ装置の対物レンズ部を示す断面図である。

【図8】比較例である対物レンズ部において波長が660nmのときの波面収差を示す模式図である。

【図9】比較例である対物レンズ部において波長が650nmのときの波面収差を示す模式図である。

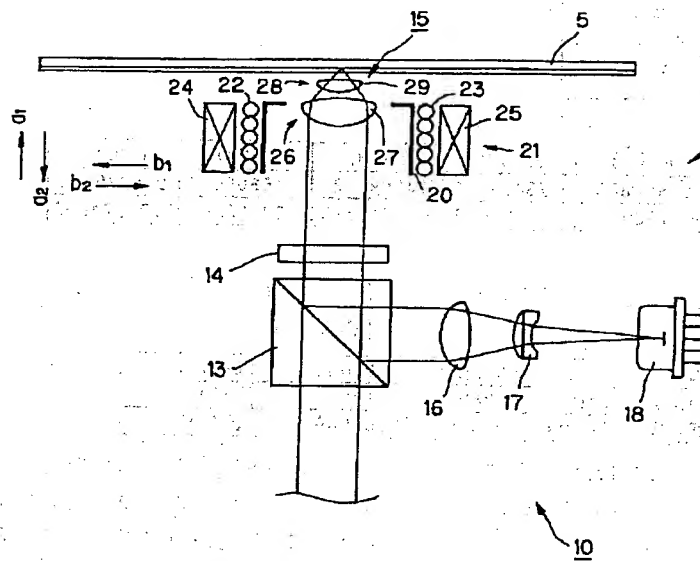
【図10】比較例である対物レンズ部において波長が640nmのときの波面収差を示す模式図である。

【図11】他の比較例である対物レンズ部を示す断面図である。

【符号の説明】

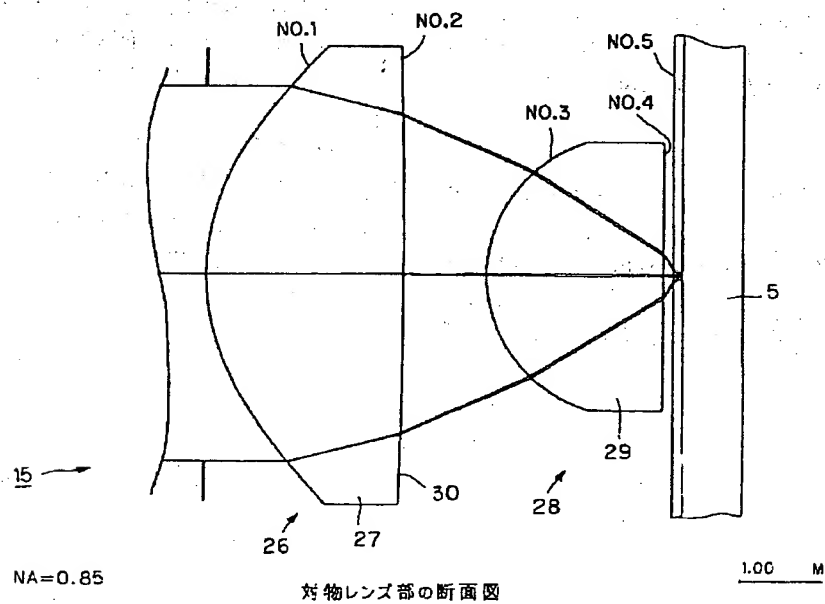
1 光ピックアップ装置、5 光ディスク、15 2群対物レンズ部、26第1のレンズ群、28 第2のレンズ群、27 後玉レンズ、29 先玉レンズ、30 ホログラム

【图1】

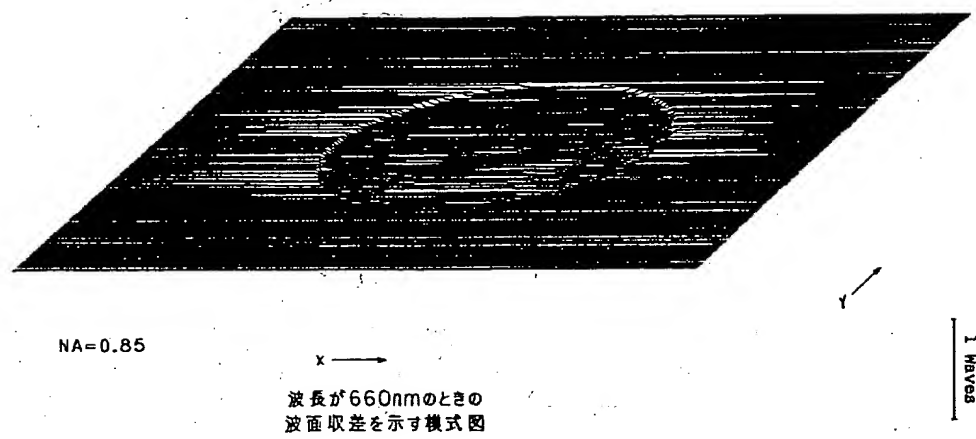


光ピックアップ装置の光学系の模式図

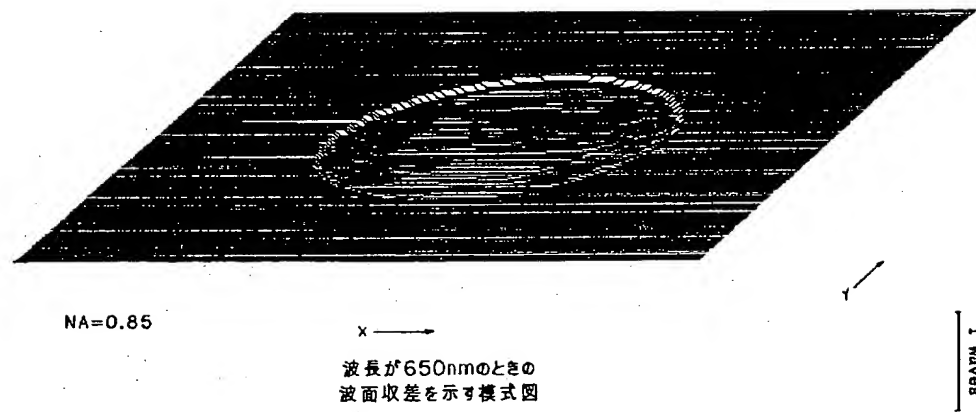
【図2】



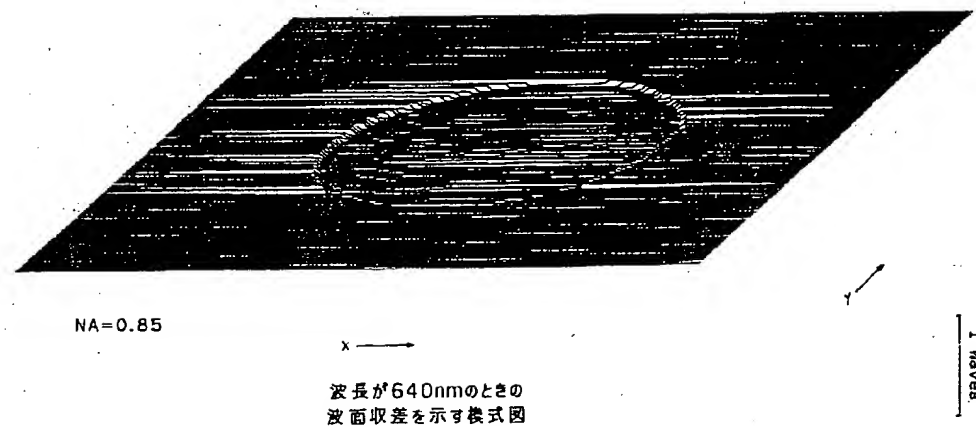
【図3】



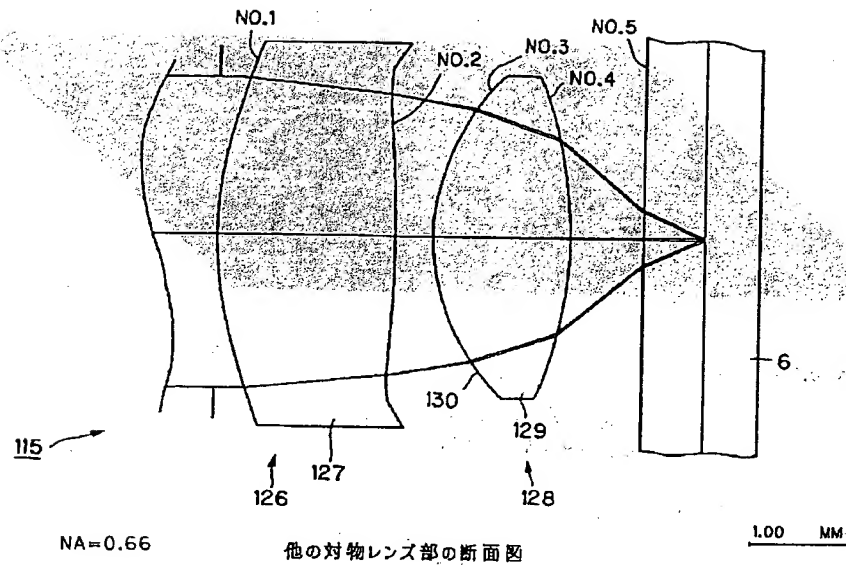
【図4】



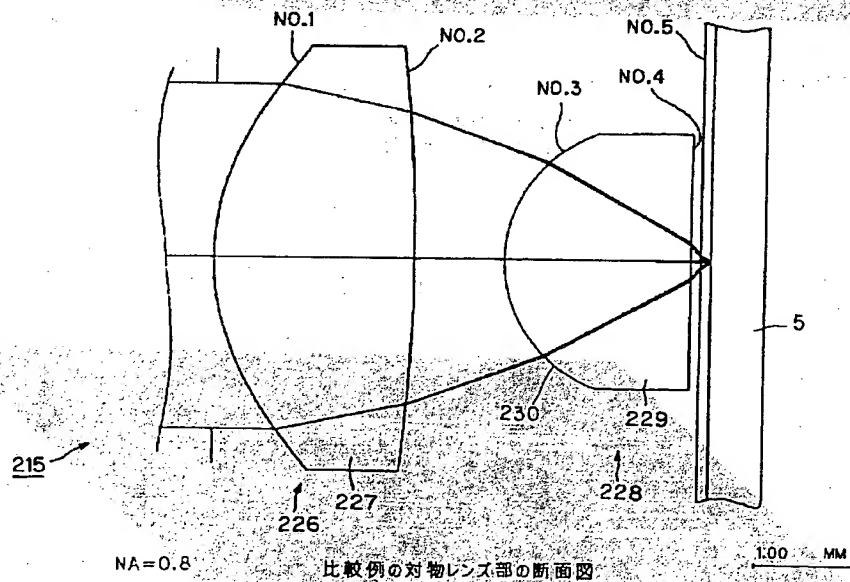
【図5】



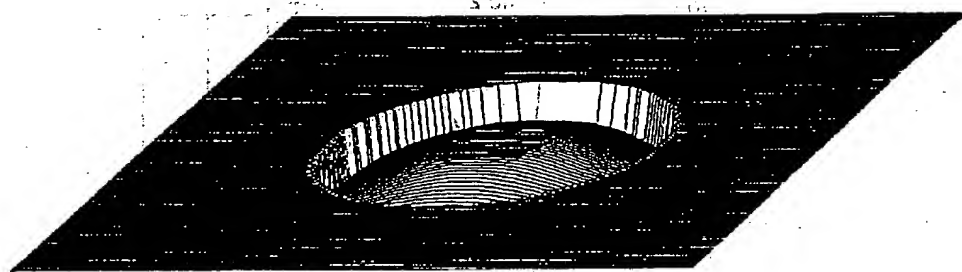
【図6】



【図7】



【図8】



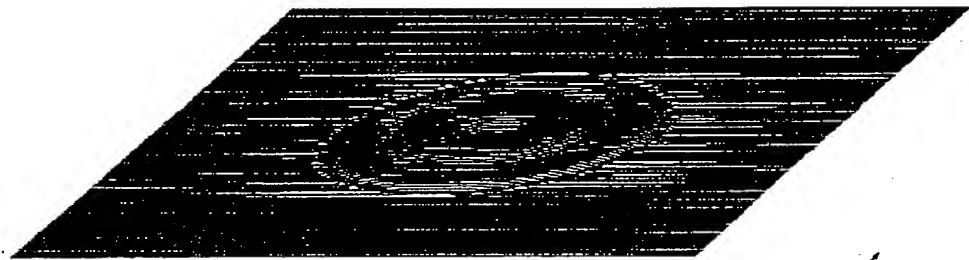
NA=0.8

x →

比較例の対物レンズ部において
波長が660nmのときの波面収差
を示す模式図

1 μm

【図9】



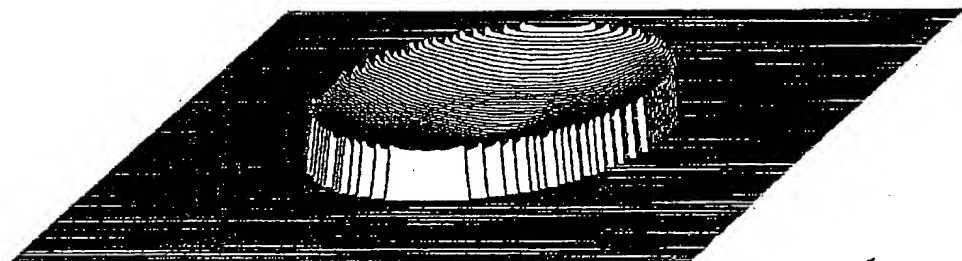
NA=0.8

x →

比較例の対物レンズ部において
波長が650nmのときの波面収差
を示す模式図

1 μm

【図10】



NA=0.8

x →

比較例の対物レンズ部において
波長が640nmのときの波面収差
を示す模式図

1 μm

【図11】

